

Сушильный процесс производился при различных режимах давления: нагревом в вакууме, нагревом при атмосферном давлении, а также чередование нагрева и вакуума.

Из получившихся зависимостей можно сделать вывод, что при классической атмосферной кондуктивной и осциллирующих режимах сушки измельченной древесины (щепы) в камере влажность на 5-10 % выше, чем при методах пониженного давления. Нагрев проходит в стационарном пониженном давлении ($p_{\text{ост}}=30$ кПа) попеременно, то есть нагрев верхней и нижней камеры сменяется каждый час за цикл (4 часа). Это говорит о том, что при кондуктивном способе вакуумной сушки измельченной древесины наиболее эффективными являются стационарные режимы при пониженном давлении.

Полученные результаты обработки экспериментальных данных по опытно-исследовательским процессам сушки позволили расширить границы эксперимента для дальнейшего изучения режимов процесса и выбора экономичного и эффективного варианта работы при вакуумных режимах на сушильном оборудовании.

Библиографический список

1. Сафин Р.Р. Вакуумно-конвективная сушка: монография / Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, Е.Ю. Разумов. Казань: Казан. гос. технол. ун-т, 2009. 264 с.
2. Сафин Р.Р., Хасаншин Р.Р., Сафин Р.Г., Кайнов П.А. Новые подходы к совершенствованию вакуумно-конвективных технологий сушки древесины // Деревообрабатывающая промышленность. 2005. № 5. С. 16-19.
3. Установка для сушки древесины: Заявка № 2007111612/20(016616) Рос. Федерация от 14.03.2007 / Сафин Р.Р., Галяветдинов Н.Р., Хасаншин Р.Р. и др.

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ АППАРАТА ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ МАСЛА

*Неволин А.М., Плотников П.Н.
УрФУ, alexandr_nevolin@mail.ru*

Данная работа посвящена выравниваю поля скоростей воздуха на фронте трубного пучка теплообменника воздушного охлаждения.

В качестве объекта исследования был выбран аппарат воздушного охлаждения масла (АВОм) венгерского производства (рис. 1). Данный теплообменник широко используется для охлаждения масла-смазки газоперекачивающих агрегатов магистральных газопроводов.

Трубный пучок данного АВОм расположен горизонтально на всасывающей стороне вентиляторов. Охлаждаемое масло проходит внутри труб теплообменника, воздух просасывается снаружи через густое оребрение. Особенностью АВОм является поступление воздуха с боков теплообменника через систему жалюзи. Таким образом, перед входом в оребрение воздух совершает поворот на 90°, вследствие чего поток распределяется по фронту оребрения неравномерно, т.е. часть оребренной поверхности может работать неэффективно.

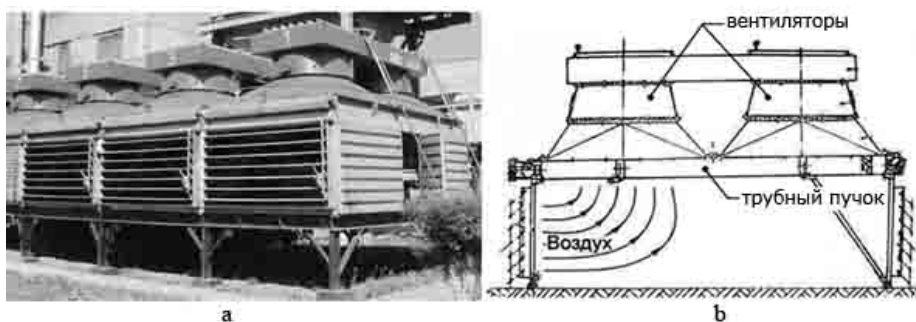


Рис. 1. АВОм:
а) – группа из
нескольких секций,
б) – секция АВОм

По данным эксплуатации, теплообменник перестает справляться со своей задачей в наиболее жаркие дни летних месяцев, несмотря на то, что по данным техпаспорта аппарат рассчитан на температуру воздуха $+40^{\circ}\text{C}$. Одной из возможных причин недостаточной эффективности работы АВОм может являться неравномерность подвода воздуха к трубному пучку.

Для выявления неравномерности подвода охлаждающего воздуха проведены экспериментальное и численное исследования.

Симметричность секции АВОм относительно продольной и поперечной позволила рассматривать только четверть фронта оребрения. Численное решение было проведено с помощью программы STAR-CCM+. В эксперименте скорость потока измерялась термоанемометром.

Результаты моделирования показали достаточно большую неравномерность потока на фронте (рис. 2).



Рис. 2. Результаты расчета аэродинамики четверти секции АВО. Распределение скоростей воздуха на фронте оребрения: а) поле скоростей, б) соотношение площадей, занимаемых зонами ядра, средних скоростей и периферии потока

На входе в оребрение поток разделяется на ярко-выраженное ядро, зону со средними скоростями и периферию (рис. 2). Разделение скоростей по зонам основано на условии, что ядро потока и периферия занимают по 20 % от диапазона изменения скорости. Скорость на фронте оребрения изменяется в диапазоне от 0,4-3,2 м/с. В ядре потока, занимающем 45 % от фронтальной площади оребрения, скорость изменяется от 2,6 до 3,2 м/с, достигая своего максимума в области оси вентилятора. В зоне средних скоростей, занимающей 54 % фронта, значения скоростей при удалении от центра ТОС продолжают плавно снижаться до 1,0 м/с. В зоне периферии потока, занимающей 1,5 % от фронта оребрения, скорость воздуха изменяется в пределах 0,4-1,0 м/с, снижаясь до минимальных значений на границах теплообменной секции.

Эксперимент подтвердил результаты моделирования. Расхождение экспериментальных данных и данных полученных моделированием в среднем составило 15 %.

Значительная неравномерность скорости входа воздуха в ТОС выявила необходимость доработки конструкции теплообменника. Возможным путем решения проблемы является вставка в раму АВОм специального направляющего аппарата (НА), организующего равномерный подвод потока воздуха к оребрению. Разработка оптимальной геометрии направляющих проводилась на модельном уровне и имела цель максимально выровнять поле скоростей воздуха на фронте оребрения при помощи наиболее простой конструкции НА. В результате серии моделирований была предложена геометрия НА, состоящая из пяти направляющих, изогнутых по ходу движения воздуха, разбивающих ядро потока на несколько составляющих, и одной наклонной перегородки, оттесняющей часть потока на периферию оребрения (рис. 3).

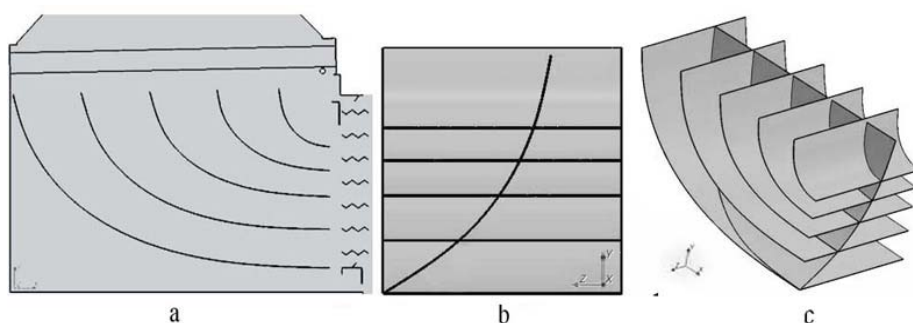


Рис. 3. Направляющий аппарат: а) вид сбоку, б) наклонная перегородка (вид со стороны жалюзи и изометрия)

В результате такой модернизации АВОм картина распределения скорости по фронту оребрения была заметно улучшена: ядро потока было разбито на несколько составляющих, суммарная площадь зоны ядра уменьшилась с 45 до 23 % от площади оребрения, зона средних скоростей увеличилась с 54 до 75 %, минимальная скорость потока увеличилась с 0,4 м/с до 0,8 м/с (рис. 4).

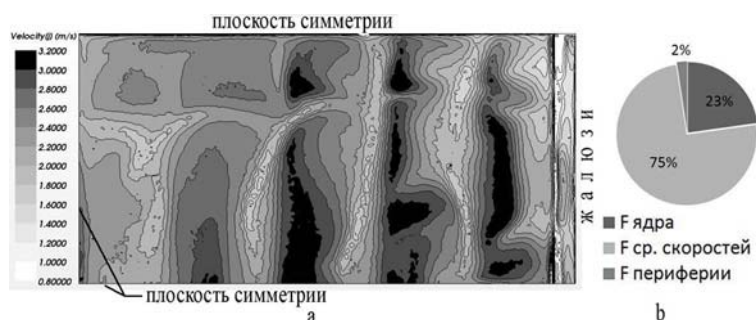


Рис. 4. Результаты расчета аэродинамики четверти секции АВО с НА. Распределение скоростей воздуха на фронте оребрения: а) поле скоростей, б) соотношение площадей, занимаемых зонами ядра, средних скоростей и периферии потока

Положительный эффект (выравнивание поля скоростей потока), достигнутый вставкой направляющего аппарата, на основании тесной взаимосвязи аэродинамики и теплообмена, позволяет прогнозировать повышение эффективности теплообменника в целом.

Предварительную оценку влияния измененной конструкции на теплосъем АВОм позволит получить сопряженное моделирование аэродинамики и теплообмена, на что и направлена дальнейшая работа с моделью.